

Kraftstoffzufuhrvorrichtung für einen Verbrennungsmotor

1 Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffzufuhrvorrichtung für einen Verbrennungsmotor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5 Stand der Technik

Aus der DE 195 39 885 A1 ist bereits eine Kraftstoffzufuhr-
vorrichtung für einen Verbrennungsmotor bekannt, die eine
Kraftstoffförderpumpe und eine dazu in Reihe geschaltete
10 Kraftstoff-Hochdruckpumpe aufweist, um unter Hochdruck ste-
henden Kraftstoff von der Hochdruckseite der Kraftstoff-
Hochdruckpumpe über eine Druckleitung, einen Speicherraum
und Ventilleitungen zu Einspritzventilen zu liefern, von de-
nen jedes Kraftstoff direkt in eine der Brennkammern des
15 Verbrennungsmotors einspritzt. Die Kraftstoffförderpumpe,
deren Ausgangsseite mit der Niederdruckseite der Kraftstoff-
Hochdruckpumpe über eine Druckleitung verbunden ist, liefert
unter Vordruck stehenden Kraftstoff an die Kraftstoff-Hoch-
druckpumpe.

1 Um den Vordruck in der Druckleitung auf einem gewünschten
Wert zu halten, ist an die Druckleitung ein Druckbegren-
zungsventil über ein 2/2-Wegeventil angeschlossen, das die
Verbindung zwischen Druckleitung und Druckbegrenzungsventil
5 sperrt oder freigibt.

Um die geringe Förderleistung der Kraftstoff-Hochdruckpumpe
während der Startphase des Verbrennungsmotors auszugleichen
und gegebenenfalls die hochdruckseitige Druckleitung und den
10 daran anschließenden Speicherraum zu spülen, so dass während
des Stillstands des Verbrennungsmotors entstandene Gasblasen
entfernt werden können, ist parallel zur Kraftstoff-Hoch-
druckpumpe eine Durchlasseinrichtung vorgesehen, die die
Niederdruckseite und die Hochdruckseite der Kraftstoff-Hoch-
15 druckpumpe miteinander verbindet. Um den Vordruck in der
niederdruckseitigen Druckleitung während der Startphase ge-
genüber dem Vordruck während des normalen Betriebs auf 8 bis
10 Bar zu erhöhen, kann das 2/2-Wegeventil geschlossen wer-
den, so dass aus der Druckleitung kein Kraftstoff abfließen
20 kann. Der während der Startphase erhöhte Vordruck ermöglicht
einerseits eine Spülung der Kraftstoffzuführleitungen zum
Beseitigen von Gasblasen und andererseits eine Komprimierung
von Gasblasen, sowie eine für einen Startvorgang geeignete
hohe Förderleistung.

25

Während des normalen Betriebs des Verbrennungsmotors wird
der Einspritzdruck im Speicherraum von der Kraftstoff-Hoch-
druckpumpe erzeugt und durch ein steuerbares Druckregelven-
til auf einen entsprechenden Wert begrenzt. Das Druckregel-
30 ventil ist hierfür über eine Rücklaufleitung mit der Nieder-
druckseite verbunden.

Eine Begrenzung der Temperatur der Kraftstoff-Hochdruckpumpe
erfolgt dabei allenfalls durch eine gewisse Kühlung mittels
35 des die Kraftstoff-Hochdruckpumpe durchströmenden Kraft-
stoffstroms, so dass nicht zuverlässig verhindert werden
kann, dass sich die Kraftstoff-Hochdruckpumpe so erwärmt,

1 dass ihre Temperatur die kritische Betriebstemperatur, also
 die Temperatur übersteigt, bei der bei gegebenen Vordruck
 eine Kraftstoffdampfblasenbildung beginnt.

5 Bei einer anderen Kraftstoffzuführvorrichtung, bei der eine
 Kraftstoff-Hochdruckpumpe zur Versorgung von Direkt-Ein-
 spritzventilen von einer Kraftstoffförderpumpe mit unter
 Vordruck stehendem Kraftstoff versorgt wird, ist vorgesehen,
 dass die die Förderseite der Kraftstoffförderpumpe mit der
 10 Niederdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe verbindende
 Druckleitung über ein variables Drosselventil mit einem er-
 sten Druckbegrenzungsventil für einen ersten, relativ nie-
 drigen Druck, z.B. 3 Bar, und direkt mit einem zweiten
 Druckbegrenzungsventil für einen relativ hohen Vordruck von
 15 z.B. 9 Bar verbunden ist. Das variable Drosselventil weist
 dabei einen Strömungswiderstand auf, der mit steigender
 Durchflussrate überproportional ansteigt, so dass der Vor-
 druck in der Druckleitung durch die Förderleistung der
 Kraftstoffförderpumpe eingestellt werden kann.

20

Um bei einem Ansteigen der Kraftstofftemperatur Dampfblasen-
 bildung in der Kraftstoff-Hochdruckpumpe zu verhindern, ist
 es bei dieser Kraftstoffzuführeinrichtung möglich, durch Er-
 höhen der Förderleistung der Kraftstoffförderpumpe den Vor-
 25 druck so anzuheben, dass er größer wird als der temperatur-
 abhängige Dampfdruck des Kraftstoffs in der Druckleitung.

Auf diese Weise lässt sich zwar die Dampfblasenbildung im
 Kraftstoff und damit ein Abfall der Förderleistung der
 30 Kraftstoff-Hochdruckpumpe verhindern, der zur Folge hätte,
 dass kein Hochdruckaufbau mehr möglich wäre. Allerdings wird
 die Kraftstoffförderpumpe durch einen derartigen Betrieb er-
 heblich strapaziert, was zu einer verringerten Lebensdauer
 führt.

35

Um einen Stellmotor einer Drosselklappenstelleinheit zu kühl-
 len, ist es aus der DE 38 36 507 A1 bekannt, aus dem Kühl-

1 wasserkreislauf des Verbrennungsmotors einen Kühlwasserstrom
für den Stellmotor abzuleiten.

Vorteile der Erfindung

5

Die Kraftstoffzufuhrvorrichtung mit den Merkmalen des An-
spruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass mit Hilfe des
Kühlmittelstroms die Kraftstoff-Hochdruckpumpe auf einem
Temperaturniveau gehalten werden kann, das unterhalb einer
10 kritischen Betriebstemperatur der Kraftstoff-Hochdruckpumpe
liegt. Hierfür sind ein oder mehrere geeignete Kühlkanäle
vorzusehen, die einen entsprechenden Kühlmittelstrom, der
eine ausreichende Wärmeabfuhr gewährleistet, zu der Kraft-
stoff-Hochdruckpumpe liefern.

15

Zweckmäßigerweise dient als Kühlmittel Luft. Wird die erfin-
dungsgemäße Kraftstoffzufuhrvorrichtung bei einem Fahrzeug-
motor eingesetzt, so ist es möglich, die Kühlkanäle im Mo-
torraum so anzuordnen, dass die Umgebungsluft, die aus der
20 Fahrzeugumgebung während des Fahrbetriebs zur Kraftstoff-
Hochdruckpumpe geführt wird, zur Kühlung ausreicht.

Besonders zweckmäßig ist es jedoch, wenn dem zumindest einen
Kühlkanal ein Lüfter zugeordnet ist, um den Kühlluftstrom
25 durch den Kühlkanal zu erzeugen, wobei der Lüfter vorzugs-
weise in Abhängigkeit von der Temperatur der Kraftstoff-
Hochdruckpumpe und der kritischen Betriebstemperatur steuer-
bar ist. Auf diese Weise lässt sich der Kühlluftstrom unab-
hängig vom Einsatzbereich des Verbrennungsmotors so steuern,
30 dass stets eine geeignete Kühlung der Kraftstoff-Hochdruck-
pumpe erreicht werden kann.

Weist die erfindungsgemäße Kraftstoffzufuhrvorrichtung neben
den Kühlmitteln für die Kraftstoff-Hochdruckpumpe eine um-
35 schaltbare oder variable Druckregeleinrichtung auf, so kann
durch einen entsprechend hoch eingestellten Vordruck die
kritische Betriebstemperatur der Kraftstoff-Hochdruckpumpe

1 so weit erhöht werden, dass eine Kühlung der Kraftstoff-
Hochdruckpumpe mit Hilfe des durch den Kühlkanal oder die
Kühlkanäle gezielt geführten Kühlluftstroms, der gegebenen-
falls mit Hilfe eines vorzugsweise steuerbaren Lüfters er-
5 zeugt wird, unter allen Betriebsbedingungen des Verbren-
nungsmotors ausreichend ist.

Durch die erfindungsgemäß vorgesehene Kühlung der Kraft-
stoff-Hochdruckpumpe mit einem separaten Kühlmittel kann ei-
10 ne Dampfblasenbildung in der Kraftstoff-Hochdruckpumpe ver-
hindert werden, so dass auf eine Kühlung der Kraftstoff-
Hochdruckpumpe mittels eines Kraftstoff-Spülstroms, der
stets eine Rücklaufleitung zum Kraftstofftank erfordert,
vermieden werden kann. Die Einsparung einer derartigen
15 Kraftstoffrücklaufleitung vereinfacht nicht nur den gesamten
Aufbau der Kraftstoffzufuhrvorrichtung sondern erhöht auch
die Sicherheit im Falle eines gefährlichen Aufpralls. Dane-
ben wird eine unnötige Aufheizung des Kraftstoffs im Kraft-
stofftank durch den in der Kraftstoff-Hochdruckpumpe erwärm-
20 ten Kraftstoffspülstrom vermieden, so dass verringerte Ver-
dampfungsverluste im Kraftstofftank auftreten, und damit die
Aktivkohlefilter und Tankentlüftung entlastet werden.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfin-
25 dung ist vorgesehen, dass der Kraftstoff-Hochdruckpumpe zum
Kühlen Kühlflüssigkeit durch den Kühlkanal als Kühlmittel
zuführbar ist. Obwohl es grundsätzlich möglich ist, jede ge-
eignete Kühlflüssigkeit zu verwenden, z. B. bei in einem
Fahrzeug vorhandenem Klimasystem das Kältemittel aus dem
30 Klimasystem zum Kühlen der Kraftstoff-Hochdruckpumpe des
Fahrzeugmotors einzusetzen, ist es bevorzugt, als Kühlmittel
Kühlwasser vorzusehen, wobei das Kühlwasser vorzugsweise aus
dem Kühlsystem des Verbrennungsmotors abgeleitet wird.

35 Durch die Verwendung von Kühlwasser, insbesondere durch die
Verwendung eines Kühlwasser-Teilstroms der aus dem Vorlauf
des Kühlsystems des Verbrennungsmotors, also hinter dem Mo-

1 torkühler abgeleitet wird, lässt sich die Kühlung der Kraftstoff-Hochdruckpumpe weiter verbessern.

Dabei ist es zweckmäßig, wenn zur Steuerung der Kühlwasser-
5 Zufuhr ein Absperrventil vorgesehen ist, das von einer Steuerschaltung in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlwassers und von der Temperatur der Kraftstoff-Hochdruckpumpe betätigbar ist.

Um für den Fall, dass unter extremen Betriebsbedingungen des
10 Verbrennungsmotors die Kühlung der Kraftstoff-Hochdruckpumpe nicht durchgeführt werden kann oder nicht ausreicht, eine Dampfblasenbildung zu verhindern, ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass an die Kraftstoffförderpumpe ausgangsseitig eine von einer Steuerschaltung steuerbare Druckregleinrichtung
15 angeschlossen ist, um den der Kraftstoff-Hochdruckpumpe niederdruckseitig zugeführten Kraftstoffdruck, also den Vor-
druck in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen der Kraftstoff-Hochdruckpumpe einstellen zu können.

20 Zweckmäßigerweise ist die Druckregleinrichtung so steuerbar, dass der der Niederdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe zugeführte Druck auf einen ersten oder einen zweiten Wert regelbar ist. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass der der Niederdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe zuge-
25 führte geregelte Druck variabel ist.

Um einen sicheren Betrieb der Kraftstoff-Hochdruckpumpe auch in Extremfällen zu gewährleisten, sind zweckmäßigerweise zumindest zwei Kühlkanäle vorgesehen, von denen der eine Luft
30 und der andere Wasser als Kühlmittel der Kraftstoff-Hochdruckpumpe zuführt.

Kurzbeschreibung der Zeichnung

35 Die Erfindung wird im folgenden beispielsweise anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher er-

1 läutert. Es zeigen:

Figur 1 ein schematisches vereinfachtes Blockbild einer erfindungsgemäßen Kraftstoffzufuhrvorrichtung mit einer luft-
5 gekühlten Kraftstoff-Hochdruckpumpe,

Figur 2 ein schematisches vereinfachtes Blockbild einer erfindungsgemäßen Kraftstoffzufuhrvorrichtung mit einer mit einem flüssigen Kühlmittel, wie z.B. Wasser, gekühlten
10 Kraftstoff-Hochdruckpumpe, und

Figur 3 ein Flussdiagramm für den Betrieb einer erfindungsgemäßen Kraftstoffzufuhrvorrichtung, bei der der Vordruck regelbar und die Kraftstoff-Hochdruckpumpe mit einem steuer-
15 baren Kühlmittelstrom kühlbar ist.

In den verschiedenen Figuren der Zeichnung sind einander entsprechende Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

20 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Wie Figur 1 zeigt, weist eine erfindungsgemäße Kraftstoffzufuhrvorrichtung eine Kraftstoffförderpumpe 10 und eine Kraftstoff-Hochdruckpumpe 11 auf, um aus einem Kraftstoff-
25 tank 12 Kraftstoff über ein Druckleitungssystem 13 zu einem oder mehreren Kraftstoff-Einspritzventilen 14 eines Verbrennungsmotors zu liefern. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird von einem Vierzylinderverbrennungsmotor ausgegangen, bei dem jeder Brennkammer ein Einspritzventil zugeordnet
30 ist, das Kraftstoff entweder direkt in die Brennkammer oder in deren Ansaugbereich einspritzt.

Die Kraftstoffförderpumpe 10, die in nicht näher dargestellter Weise von einem Elektromotor angetrieben wird, ist mit
35 ihrer Druckseite über eine Druckleitung 15 mit einer Niederdruckseite der Hochdruckpumpe 11 verbunden. Die Ausgangs- oder Hochdruckseite der Hochdruckpumpe 11 ist über eine wei-

1 tere Druckleitung 16 an das Druckleitungssystem 13 ange-
geschlossen, dem ein Drucksensor 17 zugeordnet ist, dessen dem
Kraftstoffdruck im Druckleitungssystem 13 entsprechendes
Ausgangssignal einer Steuerschaltung 18 zugeführt ist, die
5 in nicht näher dargestellter Weise die Betriebsbedingungen
des Verbrennungsmotors überwacht und in Abhängigkeit davon
die einzelnen Betriebsparameter des Verbrennungsmotors, wie
z.B. Zündzeitpunkt, Einspritzzeitpunkt, einzuspritzende
Kraftstoffmenge und dergleichen steuert.

10

Um über die Druckleitung 15 Kraftstoff mit einem bestimmten
geregelt Vordruck an die Niederdruckseite der Hochdruck-
pumpe 11 zu liefern, ist der Kraftstoffförderpumpe 10 eine
Druckregleinrichtung zugeordnet. Diese Druckregleinrich-
15 tung kann z. B. von der Kraftstoffförderpumpe 10 selbst ge-
bildet werden, wenn deren Förderleistung einstellbar ist, um
diese bedarfabhängig steuern zu können.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist als Druckreglein-
20 richtung ein Druckregler 19 vorgesehen, der mit der Druck-
leitung 15 über eine Leitung 20 ist verbunden. Die Auslass-
seite des Druckreglers 19 liefert überschüssigen Kraftstoff
zurück in den Kraftstofftank 12. Der Druckregler 19 kann da-
bei so umschaltbar ausgebildet sein, dass er den Vordruck in
25 der Druckleitung 15 entweder auf einem ersten, relativ nie-
drigen Wert, z.B. etwa 3 Bar, oder auf einen zweiten relativ
hohen Wert, z.B. 8 bis 10 Bar, begrenzt. Es ist jedoch auch
möglich, einen Druckregler 19 vorzusehen, der so steuerbar
ist, dass er den Vordruck in der Druckleitung 15 auf prak-
30 tisch jeden beliebigen Wert zwischen einem ersten, relativ
niedrigen und einem zweiten, relativ hohen Wert begrenzen
kann. Hierzu wird der Druckregler 19 so ausgebildet, dass
der Begrenzungsdruck, also der Druck, auf den der Vordruck
in der Druckleitung 15 eingestellt wird, mit Hilfe der För-
35 derleistung der Kraftstoffförderpumpe 10 einstellbar ist.

Um eine Dampfblasenbildung in der Hochdruckpumpe 11 zu ver-

1 meiden, sind ein oder mehrere Kühlkanäle 21 vorgesehen, von
 denen nur einer dargestellt ist, durch die ein Kühlmittel-
 strom gegen ein rein schematisch angedeutetes Pumpengehäuse
 22 geleitet wird. Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausfüh-
 5 rungsbeispiel dienen der bzw. die Kühlkanäle 21 zum Zuführen
 von Umgebungsluft zum Pumpengehäuse 22, das in nicht näher
 dargestellter Weise Wärmeabführflächen, beispielsweise Kühl-
 rippen oder dergleichen, aufweist, an denen der durch den
 bzw. die Kühlkanäle geführten Kühlluftstrom Wärme vom Pum-
 10 pengehäuse aufnimmt und davon abführt.

Zweckmäßigerweise ist in dem oder den Kühlkanälen ein Lüfter
 23 angeordnet, der vorzugsweise von der Steuerschaltung 18
 bedarfsabhängig gesteuert werden kann. Bei mehreren Kühlka-
 15 nälen ist dabei zweckmäßigerweise ein Lüfter so in einem ge-
 meinsamen Bereich der Kühlkanäle angeordnet, dass er den
 Kühlluftstrom in allen Kühlkanälen erzeugt.

Um über den von der Steuerschaltung 18 steuerbaren Lüfter 23
 20 den Kühlluftstrom bedarfsabhängig zu steuern, ist im oder am
 Pumpengehäuse 22 ein Temperaturfühler 24 zur Überwachung
 Temperatur der Hochdruckpumpe 11 angeordnet, dessen Aus-
 gangssignal der Steuerschaltung 18 zugeführt ist.

25 Während des normalen Betriebs des Verbrennungsmotors wird
 von der Kraftstoffförderpumpe 10 unter einem relativ niedri-
 gen Vordruck stehender Kraftstoff über die Druckleitung 15
 zur Hochdruckpumpe 11 geliefert, die über das Druckleitungs-
 system 13 die Einspritzventile 14 mit unter Hochdruck ste-
 30 hendem Kraftstoff versorgt. Dabei wird die Hochdruckpumpe 11
 durch den mittels des oder der Kühlkanäle geführten Kühl-
 luftstroms gekühlt, so dass die Temperatur der Hochdruckpum-
 pe unter der kritischen Betriebstemperatur, bei der eine
 Dampfblasenbildung im Kraftstoff einsetzt, gehalten wird.

35

Steigt die Temperatur der Hochdruckpumpe 11 unter bestimmten
 Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors an, so wird zu-

1 nächst die Kühlung intensiviert, indem der Lüfter 23 von der
Steuerschaltung 18 eingeschaltet oder auf eine einen höheren
Kühlluftstrom bewirkende höhere Betriebsstufe umgeschaltet
wird.

5

Ist jedoch keine Verstärkung der Kühlung möglich, oder
steigt die Temperatur des Pumpengehäuses 22 bzw. der Hoch-
druckpumpe 11 trotz stärkerer Kühlung weiter an und über-
steigt die kritische Betriebstemperatur, so wird von der
10 Steuerschaltung 18 eine Erhöhung des Vordrucks in der Druck-
leitung 15 veranlasst. Hierzu stellt die Steuerschaltung 18
eine höhere Förderleistung der Kraftstoffförderpumpe 10 ein
und schaltet den Druckregler 19 so um, dass er den Vordruck
in der Druckleitung 15 auf einen relativ hohen Wert be-
15 grenzt.

Wird ein Druckregler 19 verwendet, bei dem die Höhe des Be-
grenzungsdrucks von der Durchflussrate abhängt, so ist es
möglich, durch eine entsprechende Steuerung der Förderlei-
20 stung der Kraftstoffförderpumpe 10 den Vordruck in der
Druckleitung 15 praktisch auf jeden beliebigen Wert zwischen
dem unteren, normalen Vordruck und einem maximal zulässigen
oberen Vordruck einzustellen. Dies ermöglicht es, den Vor-
druck in der Druckleitung 15 jeweils nur so weit zu erhöhen,
25 dass die druckabhängige kritische Betriebstemperatur der
Hochdruckpumpe gerade oberhalb der Temperatur der Hochdruck-
pumpe gehalten wird.

Figur 2 zeigt eine andere Ausgestaltung einer erfindungsge-
30 mäßen Kraftstoffzufuhrvorrichtung, bei der aus einem Tank 12
Kraftstoff von einer Förderpumpe 10 über eine Druckleitung
15 an eine Hochdruckpumpe 11 geliefert wird, die unter Hoch-
druck stehenden Kraftstoff über eine weitere Druckleitung 16
einem Druckleitungssystem 13 zuführt, an das ein oder mehre-
35 re Einspritzventile 14 zum Einspritzen von Kraftstoff in die
Brennkammern eines Verbrennungsmotors oder in deren Ansaug-
bereich angeschlossen sind. Um den Vordruck in der Drucklei-

1 tung 15 entsprechend den Betriebsbedingungen der Hochdruck-
 2 pumpe 11 einstellen zu können, ist ein Druckregler 19 über
 3 eine Leitung 20 mit der Druckleitung 15 verbunden. Der
 4 Druckregler 19 umfasst ein erstes Druckbegrenzungsventil 25,
 5 dessen Einlassseite über eine Ventileinrichtung 26 und die
 6 Leitung 20 mit der Druckleitung 15 verbunden ist. Das erste
 7 Druckbegrenzungsventil 25 dient zur Begrenzung des Vordrucks
 8 auf einen ersten, niedrigen Wert während des Normalbetriebs.
 9 Parallel zum ersten Druckbegrenzungsventil 25 ist ein zwei-
 10 tes Druckbegrenzungsventil 27 geschaltet, das den Vordruck
 11 in der Druckleitung 15 auf einen zweiten, maximalen Wert,
 12 z.B. 8 bis 10 Bar, begrenzt.

13 Die Ventileinrichtung 26 kann im einfachsten Fall ein Ab-
 14 sperrventil sein, so dass der Druckregler 19 so umgeschaltet
 15 werden kann, dass er den Vordruck entweder auf den Normal-
 16 wert oder auf den Maximalwert begrenzt. Es ist jedoch auch
 17 möglich, dass die Ventileinrichtung 26 eine Drosseleinrich-
 18 tung ist, die ein Drosselventil aufweist, das so ausgebildet
 19 ist, dass der Durchflusswiderstand bei zunehmendem durch-
 20 strömendem Kraftstoff überproportional zunimmt, so dass der
 21 Begrenzungsdruck in Abhängigkeit von der Förderleistung der
 22 Kraftstoffförderpumpe 10 gesteuert werden kann.

23 Zur Kühlung der Hochdruckpumpe 11 ist ein Kühlkanal 31 vor-
 24 gesehen, über den ein flüssiges Kühlmittel, z.B. Kühlwasser
 25 aus dem Motorkühlsystem oder Kältemittel aus einem Kältemit-
 26 telkreislauf eines Klimasystems, zur Hochdruckpumpe 11 ge-
 27 führt wird. Der Kühlkanal 31, in dem ein von einer Steuer-
 28 schaltung 18 betätigbares Absperrventil 32 angeordnet ist,
 29 mündet in einen nicht näher dargestellten Kühlkanal im Inne-
 30 ren eines Pumpengehäuses 22 der Hochdruckpumpe 11. Der Aus-
 31 lass des im Pumpengehäuse 22 vorgesehenen Kühlkanals ist
 32 über eine Rücklaufleitung 33 mit dem Motorkühlsystem oder
 33 dem Klimasystem verbunden. Wird zur Kühlung der Hochdruck-
 34 pumpe 11 ein Kühlwasserteilstrom aus dem Motorkühlsystem ab-
 35 gezweigt, so ist der Kühlkanal 31 zweckmäßigerweise mit dem

- 1 Vorlauf des Motorkühlsystems, also mit der Auslassseite des
Motorkühlers verbunden, während die Rückläufleitung 33
zweckmäßigerweise vor dem Motorkühler einmündet.
- 5 Um die Temperatur der Hochdruckpumpe 11 zu erfassen, ist im
oder - wie dargestellt - am Pumpengehäuse 22 ein Temperatur-
fühler 24 angeordnet. Zur Erfassung der Kühlwassertemperatur
ist ein weiterer Temperaturfühler 34 in oder am Kühlkanal 31
angebracht. Die Ausgangssignale der Temperaturfühler 24 und
10 34 sind an die Steuerschaltung 18 geführt.

Anhand von Figur 3 wird im folgenden die Arbeitsweise der in
Figur 2 dargestellten Kraftstoffzufuhrvorrichtung während
des normalen Betriebs eines Verbrennungsmotors beschrieben.

15

- Sobald der Verbrennungsmotor gestartet ist, also sobald die
Startphase beendet ist und die Hochdruckpumpe 11 die Ein-
spritzventile 14 über das Druckleitungssystem 13 mit unter
Hochdruck stehendem Kraftstoff versorgt, wird auch die Küh-
20 lung der Hochdruckpumpe 11 aktiviert. Nach dem Start der
Kühlungssteuerung wird zunächst im Schritt S11 mit Hilfe des
Temperaturfühlers 34 die Temperatur T_{KS} des Kühlwasserstroms
und mit Hilfe des Temperaturfühlers 24 die Temperatur T_{HDP}
erfasst. Im Schritt S12 wird festgestellt, ob die Temperatur
25 T_{KS} des Kühlwassers höher ist als die Temperatur T_{HDP} der
Hochdruckpumpe 11. Da dies normalerweise nicht der Fall ist,
geht die Steuerung weiter zum Schritt S13, in dem überprüft
wird, ob der Kühlstrom geöffnet ist, also ob das Absperrven-
til 32 im Kühlkanal 31 geöffnet ist. Ist dies nicht der
30 Fall, so wird das Absperrventil 32 geöffnet. Danach wird im
Schritt S14 festgestellt, ob die Temperatur T_{HDP} der Hoch-
druckpumpe 11 höher ist als eine erste kritische Betrieb-
stemperatur T_{k1} . Ist dies nicht der Fall, so wird im Schritt
S15 überprüft, ob der niedrige Vordruck in der Druckleitung
35 15 eingestellt ist und, falls nicht, eingestellt. Im Schritt
S16 wird somit der Normalbetrieb erkannt und die Steuerung
kehrt zum Schritt S11 zurück, um erneut die Temperatur T_{KS}

1 des Kühlwassers und die Temperatur T_{HDP} der Hochdruckpumpe zu erfassen.

Wird im Schritt S14 festgestellt, dass die Temperatur T_{HDP}
 5 der Hochdruckpumpe 11 höher ist als die kritische Betriebstemperatur T_{k1} so geht die Steuerung weiter zu Schritt S17 und erhöht den Vordruck in der Druckleitung 15 durch eine entsprechende Steuerung des Druckreglers 19 und/oder der Kraftstoffförderpumpe 10. Sobald der Vordruck erhöht ist,
 10 wird mit der Temperaturüberwachung in Schritt S11 fortgefahren.

Wird unter extremen Betriebsbedingungen festgestellt, dass die Temperatur T_{KS} des Kühlwasserstroms höher ist als die
 15 Temperatur T_{HDP} der Hochdruckpumpe 11, so verzweigt die Steuerung im Schritt S12 zum Schritt S18 und sperrt den Kühlstrom mit Hilfe des Absperrventils 32 ab. Anschließend wird im Schritt S19 überprüft, ob die Temperatur T_{HDP} höher ist als die kritische Betriebstemperatur T_{k1} . Ist dies nicht
 20 der Fall, so wird im Schritt S15' der niedrige Vordruck eingestellt und die Steuerung fährt mit der Temperaturüberwachung fort.

Übersteigt jedoch die Temperatur T_{HDP} der Hochdruckpumpe 11
 25 die kritische Betriebstemperatur T_{k1} , so wird im Schritt S17' durch die Steuerschaltung 18 mit Hilfe des Druckreglers 19 und/oder der Kraftstoffförderpumpe 10 der Vordruck in der Druckleitung 15 erhöht. Anschließend wird wiederum im Schritt S11 mit der Temperaturüberwachung fortgefahren.

30

Ist bei der in Figur 2 dargestellten Kraftstoffzufuhrvorrichtung zusätzlich zu dem gezeigten Kühlmittelstrom eine Luftkühlung mit einem von der Steuerschaltung 18 steuerbaren Lüfter 23 vorgesehen, wie sie in Figur 1 dargestellt ist, so
 35 wird beim Betrieb der Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach einer Vordruckerhöhung im Schritt S17 oder S17' zunächst noch überprüft, ob die Temperatur T_{HDP} der Hochdruckpumpe 11 grö-

1 Ber ist als eine zweite höhere kritische Betriebstemperatur T_{k2} . Ist dies nicht der Fall, so wird im Schritt S21 der Lüfter ausgeschaltet oder ausgeschaltet gehalten, und die Steuerung kehrt zurück zur Temperaturüberwachung in Schritt
5 S11. Wird jedoch im Schritt S20 festgestellt, dass die Temperatur T_{HDP} der Hochdruckpumpe 11 höher ist als die zweite obere kritische Betriebstemperatur T_{k2} , so wird im Schritt S22 der Lüfter 23 zugeschaltet, um anschließend im Schritt S11 mit der Temperaturüberwachung fortzufahren.

10

Bei der beschriebenen Betriebsweise der erfindungsgemäßen Kraftstoffzufuhrvorrichtung ist die Dauer der Kühlstromabsper-
15 rung, der Vordruckerhöhung und die Dauer des Lüfterbetriebs abhängig von den Temperaturbedingungen. Es ist jedoch auch möglich, mit Hilfe von entsprechenden Zeitgebern eine feste oder eine variable Zeitdauer für die Kühlstromabsper-
rung, die Vordruckerhöhung und den Lüfterbetrieb vorzugeben. Dabei kann auch der vom Betrieb des Verbrennungsmotors ab-
20 hängige Kraftstoffdurchsatz durch die Hochdruckpumpe 11, der eine zusätzliche Kühlung der Hochdruckpumpe 11 bewirkt, be-
rücksichtigt werden.

Da die kritischen Betriebstemperaturen T_{k1} und T_{k2} nicht nur vom von Außen wirkenden Vordruck, sondern vorrangig vom
25 Dampfdruck des Kraftstoffs und insbesondere vom Dampfdruck der einzelnen Kraftstoffbestandteile und damit auch von der Kraftstoffzusammensetzung abhängen, erfolgt die Festlegung der für den Betrieb der Hochdruckpumpe 11 kritischen Be-
triebstemperaturen T_{k1} , T_{k2} unter Berücksichtigung des je-
30 weiligen aktuellen Vordrucks und unter Berücksichtigung des eingesetzten Kraftstoffs mit einer entsprechenden Sicherheitsreserve. Zur Berücksichtigung des jeweiligen Kraft-
stoffs bei der Festlegung der kritischen Betriebstemperatu-
ren könnte beispielsweise über eine Betankungserkennung, für
35 die z.B. ein Tankstandgeber ausgewertet wird, verdampfungs-
freudiger Frisch-Kraftstoff erkannt und berücksichtigt wer-
den. Ist dabei der Kraftstoffdampfdruck durch Modell oder

- 1 Messung bekannt, so ist eine genauere Anpassung der kritischen Betriebstemperaturen an den jeweiligen Siedepunkt des Kraftstoffs möglich.
- 5 Anstelle der dargestellten direkten Messung der Temperaturen T_{KS} und T_{HDP} des Kühlstroms bzw. der Hochdruckpumpe 11 können diese Temperaturen unter Verwendung geeigneter Modelle auch aus bekannten Größen, wie z.B. Motortemperatur, Ansauglufttemperatur, Fahrzeuggeschwindigkeit, Ansteuerung des Motorlüfters usw. abgeschätzt werden.
- 10

Durch die erfindungsgemäß vorgesehene Kühlung der Hochdruckpumpe 11 wird deren Temperatur T_{HDP} während des größten Teils der Betriebszeit des Verbrennungsmotors unterhalb der ersten kritischen Betriebstemperatur T_{k1} gehalten. Somit ist während des größten Teils der Motorbetriebsdauer ein niedriger Vordruck ausreichend. Nur unter extremen Betriebsbedingungen muss also eine Druckumschaltung vorgenommen werden. Dadurch wird insbesondere die Belastung der mit einem Elektromotor arbeitenden Kraftstoffförderpumpe 10 erheblich reduziert, so dass deren Lebensdauer erhöht wird. Darüber hinaus wird auch die mittlere Leistungsaufnahme der Kraftstoffförderpumpe 10, also des die Kraftstoffförderpumpe 10 antreibenden Elektromotors deutlich reduziert, wodurch die Bordnetzbelastung, der Kraftstoffverbrauch und eine Tankaufheizung vermindert werden.

15

20

25

PATENTANSPRÜCHE

1. Kraftstoffzuführvorrichtung für einen Verbrennungsmotor mit einer Kraftstoffförderpumpe (10), die unter Vordruck stehenden Kraftstoff einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zuführt, die hochdruckseitig mit wenigstens einem Einspritz-
5 ventilen (14) verbunden ist, um dem oder den Einspritzventilen (14) unter Hochdruck stehenden Kraftstoff zuzuführen, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) ein Kühlmittelstrom über zumindest einen Kühlkanal (21, 31) zuführbar ist, um die Temperatur (T_{HDP}) der Kraftstoff-
10 Hochdruckpumpe (11) unterhalb einer kritischen Betriebstemperatur (T_{K1}) zu halten.

2. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zum
15 Kühlen Luft durch den Kühlkanal (21) als Kühlmittel zuführbar ist.

3. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass dem zumindest einem Kühlkanal ein Lüfter
20 (23) zugeordnet ist, um den Kühlluftstrom durch den Kühlkanal (21) zu erzeugen.

4. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Lüfter (23) in Abhängigkeit von der
25 Temperatur der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) und der kritischen Betriebstemperatur (T_K) steuerbar ist.

5. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zum
30 Kühlen eine Kühlflüssigkeit durch den Kühlkanal (31) als Kühlmittel zuführbar ist.

6. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Kühlmittel Kühlwasser aus dem Kühlsy-

1 stem des Verbrennungsmotors abgeleitet wird.

7. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Steuerung der Kühlmittelzufuhr ein Absperrventil (32) vorgesehen ist, das von einer Steuerschaltung (18) in Abhängigkeit von der Temperatur (T_{KS}) des Kühlmittels und von der Temperatur (T_{HDP}) der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) betätigbar ist.

10 8. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffförderpumpe (10) eine Druckregeleinrichtung (19) zugeordnet ist, um den der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) niederdruckseitig zugeführten Kraftstoffdruck einstellen zu können.

15

9. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckregeleinrichtung einen ausgangseitig an die Kraftstoffförderpumpe (10) angeschlossenen Druckregler (19) umfasst, der von einer Steuerschaltung
20 steuerbarer ist.

10. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckregler (19) so steuerbar ist, dass der der Niederdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe
25 (11) zugeführte Druck auf einen ersten oder einen zweiten Wert begrenzbar ist.

11. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckregler (19) so steuerbar ist,
30 dass der der Niederdruckseite der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zugeführte Druck variabel regelbar ist.

12. Kraftstoffzufuhrvorrichtung nach Anspruch 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckregler (19) ein erstes
35 und ein zweites Druckbegrenzungsventil (25, 27) aufweist, die parallel geschaltet sind, und eine Druckbegrenzung auf einen ersten bzw. einen zweiten Druck ermöglichen.

1 13. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch
gekennzeichnet, dass ein von der Steuerschaltung (18) betä-
tigbares Absperrventil (26) mit dem Druckbegrenzungsventil
(25) für den niedrigen Druck in Reihe geschaltet ist.

5

14. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch
gekennzeichnet, dass eine steuerbare Drosseleinrichtung mit
dem Druckbegrenzungsventil (25) für den niedrigen Druck in
Reihe geschaltet ist.

10

15. Kraftstoffzuführvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch
gekennzeichnet, dass die Drosseleinrichtung ein Drosselven-
til aufweist, das so ausgebildet ist, dass der Druchflusswi-
derstand bei zunehmendem durchströmenden Kraftstoff überpro-
15 portional zunimmt.

16. Kraftstoffzuführvorrichtung nach einem der vorstehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Kühl-
kanäle (21, 31) vorgesehen sind, von denen der eine (21)
20 Luft und der andere (31) Wasser als Kühlmittel der Kraft-
stoff-Hochdruckpumpe (11) zuführen.

25

30

35

ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffzufuhrvorrichtung für einen Verbrennungsmotor mit einer Kraftstoffförderpumpe (10), die unter Vordruck stehenden Kraftstoff einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) zuführt, die hochdruckseitig mit wenigstens einem Einspritzventil (14) verbunden ist, um diesen unter Hochdruck stehenden Kraftstoff zuzuführen. Um in der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) eine deren Förderleistung und Druckerzeugung beeinträchtigende Dampfblasenbildung zu vermeiden, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) ein Kühlmittelstrom über zumindest einen Kühlkanal (21) zuführbar ist, um die Temperatur (T_{HDP}) der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (11) unterhalb einer kritischen Betriebstemperatur (T_{K1}) zu halten.

(Figur 1)

20

25

30

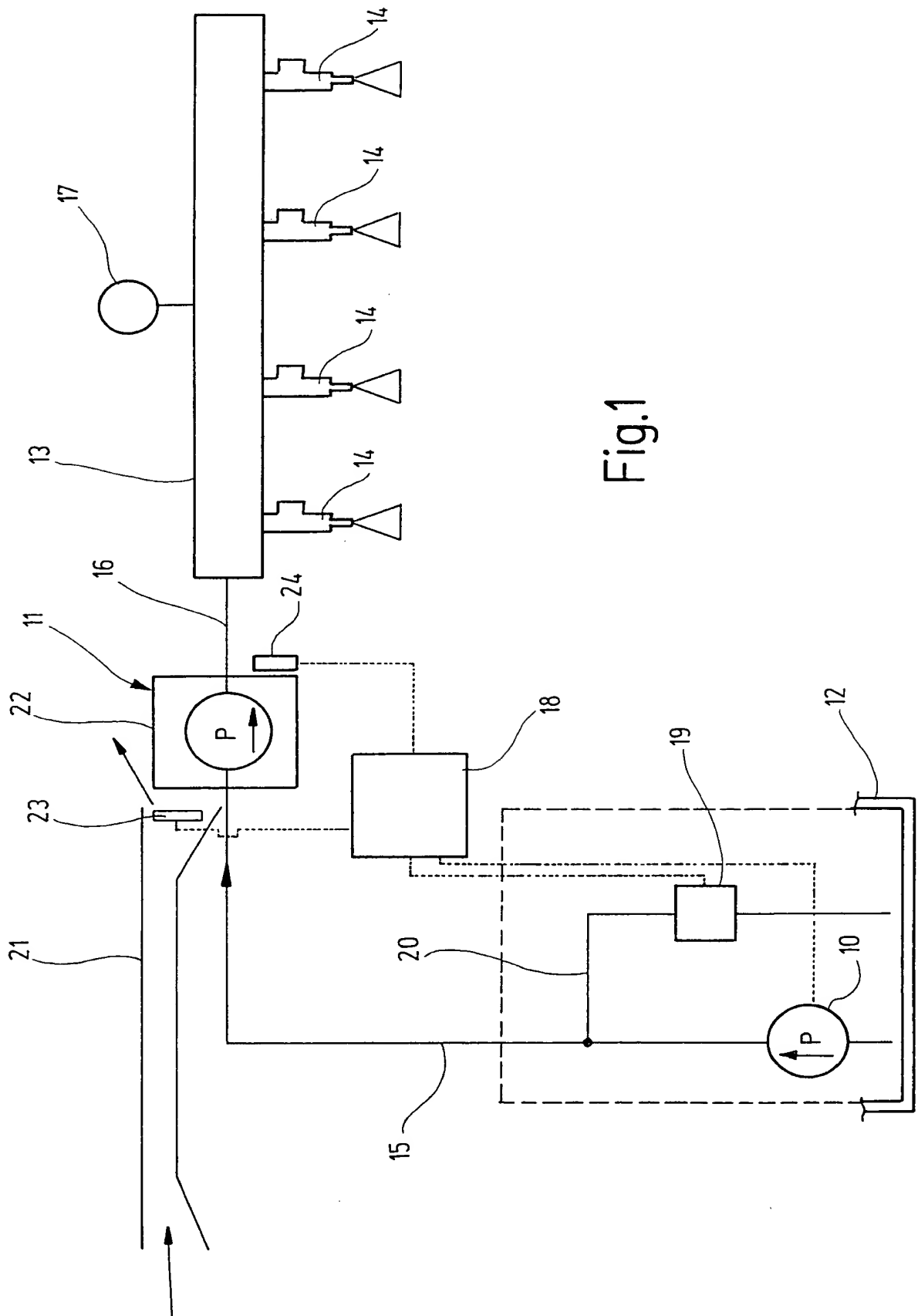


Fig.1

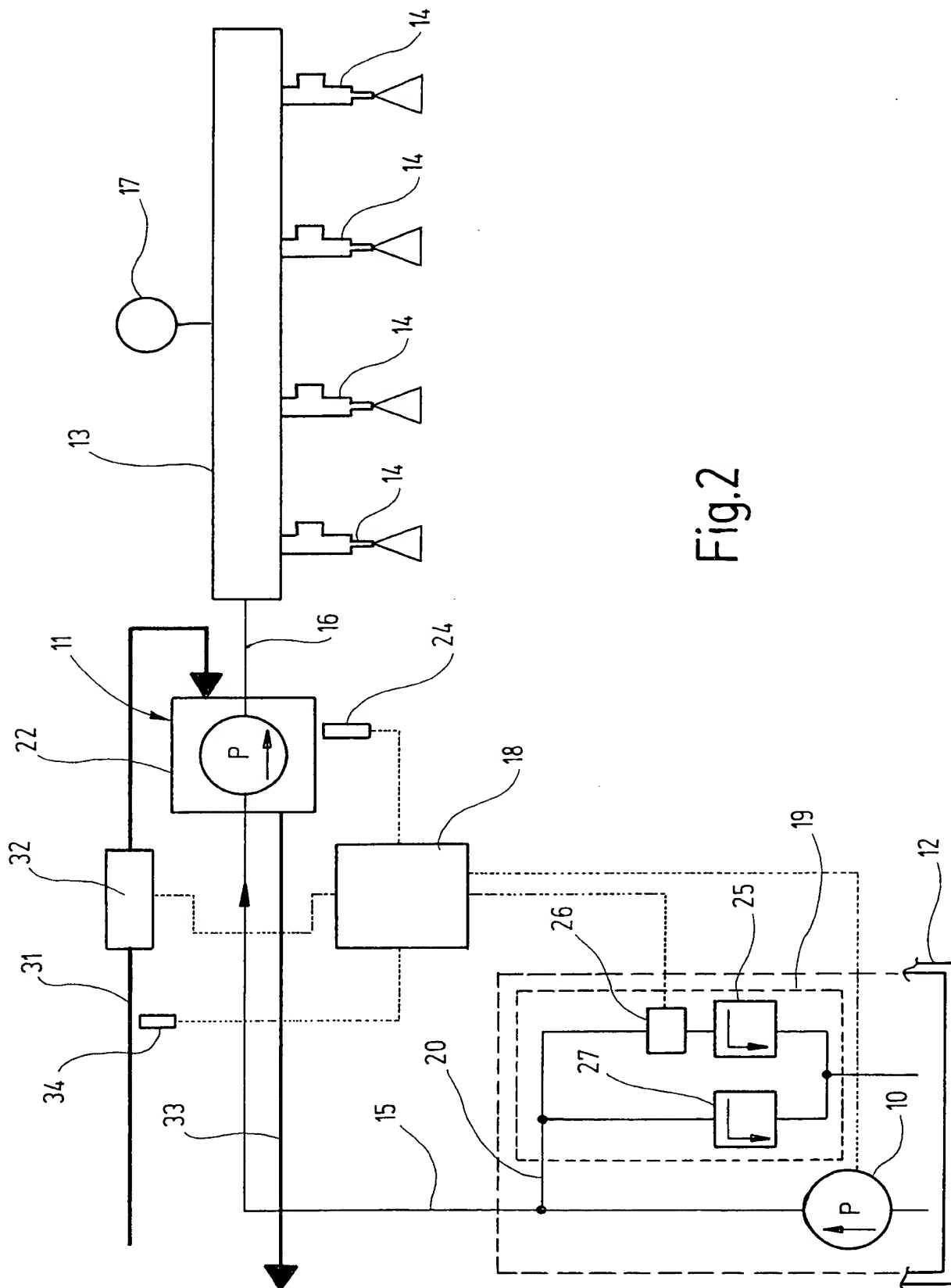


Fig.2

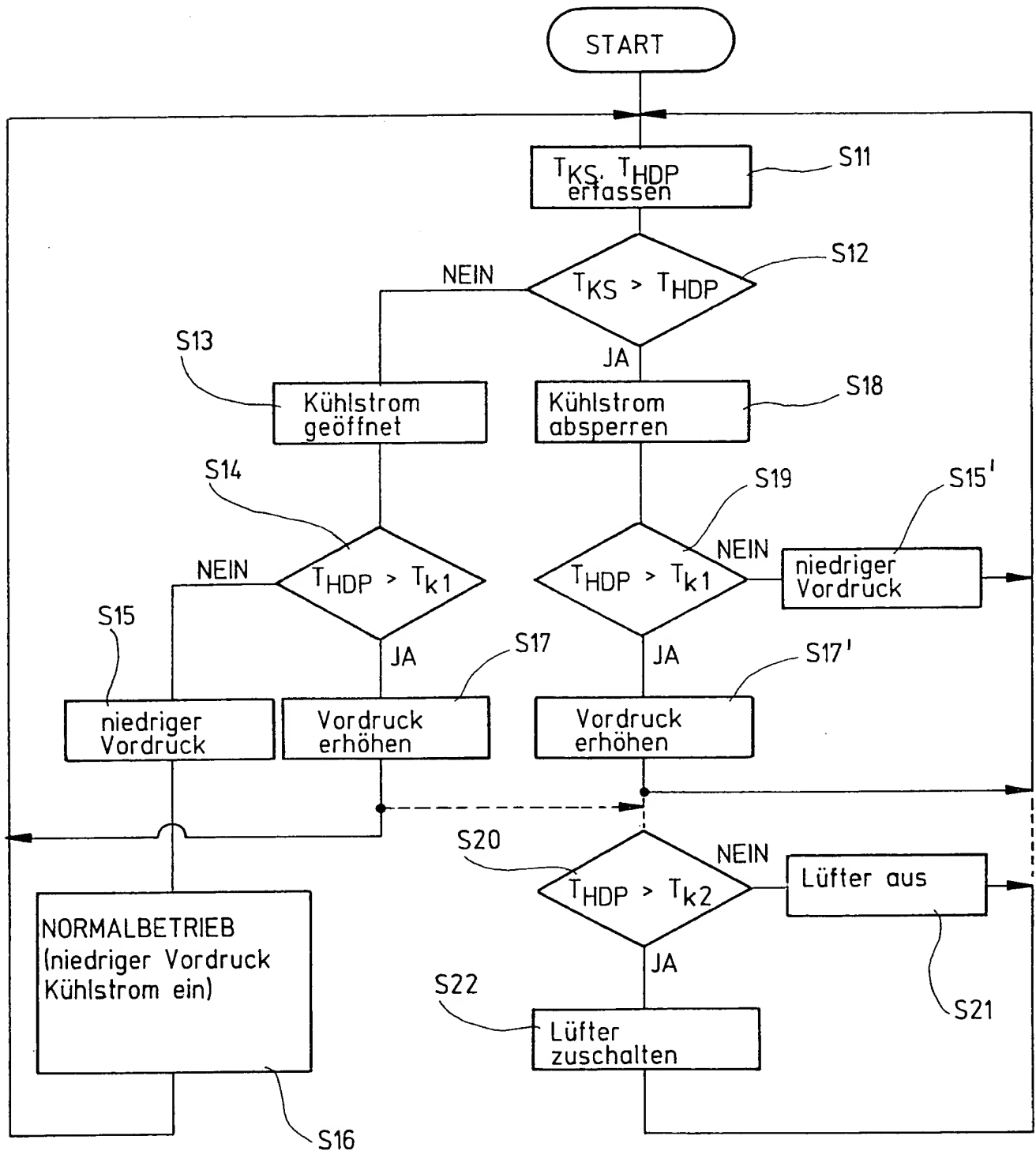


Fig.3